

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/20

G

H 0 4 Q 3/00

H 0 4 Q 3/00

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-101660

(22) 出願日 平成9年(1997)4月18日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 鈴木 哲也

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 太田 正孝

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 川口 研治

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

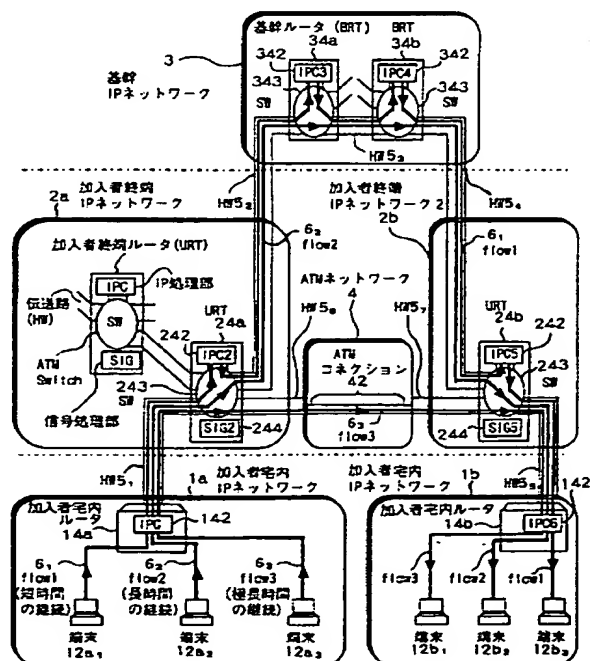
(54) 【発明の名称】 通信システムおよびパケット転送装置

(57) 【要約】

【課題】 パケット転送装置間に接続を設定することで生じるベストエフォートフローの転送開始時ににおける遅延を少なくするとともに、通信資源の浪費を回避し、且つネットワークの負荷が集中するのを防ぐことを目的とする。

【解決手段】 スイッチを内蔵するルータ24a、24b、34a、34bでフローの継続時間を監視し、長時間継続するフロー6₂にはスイッチングでカットスルーコネクションを設定して割り当てる。さらに極長時間継続するフロー6₃にはATMコネクション42を用いたショートカットコネクションを設定して割り当てる。これにより、基幹ルータ34a、34bを回避させる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】ネットワーク上に配置された複数のパケット転送装置を有する通信システムであって、前記複数のパケット転送装置各々は、受信したパケットの宛先までの通信経路を計算して当該パケットの転送先を決定し、自己と前記決定した転送先との間に設定されているリンクを、当該パケットの出力リンクに割り当てる蓄積転送処理手段と、発信元および宛先が一致している一連のパケットの受信頻度を監視し、当該頻度が第1のしきい値を越えた場合に、前記一連のパケットの入力リンクの上流側端に接続された転送元と、当該一連のパケットの出力リンクの下流側端に接続された転送先との間に第1のリンクを設定して、当該一連のパケットの転送に割り当てる第1のリンク設定手段と、を備え、前記パケット転送装置のうちの少なくとも2つは、前記ネットワークとは別のネットワークであるサブネットワークとのインターフェースをさらに備え、前記少なくとも2つのパケット転送装置のうちのいずれか1つは、前記第1のリンク設定手段で設定された第1のリンク上を転送される前記一連のパケットの通過頻度を監視し、当該頻度が第2のしきい値を越えた場合に、自己と、前記一連のパケットの通信経路上にあるパケット転送装置であって前記サブネットワークとのインターフェースを有するパケット転送装置との間に、前記サブネットワークを利用した第2のリンクを設定して、当該一連のパケットの転送に割り当てる第2のリンク設定手段をさらに備えている、ことを特徴とする通信システム。

【請求項2】請求項1記載の通信システムであって、前記第2のリンク設定手段は、自己と、前記一連のパケットの通信経路上にあるパケット転送装置であって前記サブネットワークとのインターフェースを有するパケット転送装置との間に、予め設定されているリンクを、前記第2のリンクとして、前記一連のパケットの転送に割り当てることを特徴とする通信システム。

【請求項3】請求項1記載の通信システムであって、前記第1のリンク設定手段は、当該第1のリンク設定手段が設定した第1のリンク上を転送される前記一連のパケットの通過頻度が、第3のしきい値を下回った場合に、当該設定した第1のリンクを解除して、前記一連のパケットの転送を前記蓄積転送処理手段による転送に切り替えるものであり、前記第2のリンク設定手段は、当該第2のリンク設定手段が設定した第2のリンク上を転送される前記一連のパケットの通過頻度が、第4のしきい値を下回った場合に、当該設定した第2のリンクを解除して、前記一連のパケットの転送を前記蓄積転送処理手段による転送に切り替えるものである、ことを特徴とする通信システム。

【請求項4】請求項1、2又は3記載の通信システムであって、

前記複数のパケット転送装置各々は、ATM (Asynchronous Transfer Mode) コネクションを設定するためのスイッチを有し、

前記第1のリンクは、前記第1のリンク設定手段が前記スイッチを制御することで設定した、ATMコネクションであることを特徴とする通信システム。

【請求項5】請求項4記載の通信システムであって、前記サブネットワークは、ATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワークであり、

前記第2のリンクは、前記ATMネットワーク上に設定されたATMコネクションであることを特徴とする通信システム。

【請求項6】ネットワーク上に複数配置されるパケット転送装置であって、

受信したパケットの宛先までの通信経路を計算して当該パケットの転送先を決定し、自己と前記決定した転送先との間に設定されているリンクを、当該パケットの出力リンクに割り当てる蓄積転送処理手段と、

発信元および宛先が一致している一連のパケットの受信頻度を監視し、当該頻度が第1のしきい値を越えた場合に、前記一連のパケットの入力リンクの上流側端に接続された転送元と、当該一連のパケットの出力リンクの下流側端に接続された転送先との間に第1のリンクを設定して、当該一連のパケットの転送に割り当てる第1のリンク設定手段と、

前記第1のリンク設定手段で設定された第1のリンク上を転送される前記一連のパケットの通過頻度を監視し、当該頻度が第2のしきい値を越えた場合に、前記一連のパケットの通信経路上にある少なくとも1つのパケット転送装置を回避するように、当該通信経路上にある他のパケット転送装置との間に第2のリンクを設定して、当該一連のパケットの転送に割り当てる第2のリンク設定手段と、

を備えていることを特徴とするパケット転送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インターネット (Internet)、LAN (Local Area Network) 等のコネクションレス方式の通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】インターネット等で使用されている通信プロトコルとして、IP (Internet Protocol) がある。

【0003】ところで、IPを用いたコネクションレス通信では、データパケット (以下、単にパケットと称する) の転送において、各ルータが受信パケットの宛先までの経路を計算して、当該受信パケットの転送先のルータを決定するといった蓄積転送 (Store-and-Forward)

ルーティングを実行している。

【0004】したがって、通信スループットを高くすることが困難である。

【0005】一方、ATM (Asynchronous Transfer Mode) 等のコネクションオリент通信では、データ送信に先立ってコネクションを設定する必要があるが、コネクション確立後は、ハード的なスイッチングのみでパケットを転送することができる。

【0006】したがって、通信スループットを高くすることができる。

【0007】このため、近年、IPを用いたネットワーク (以下、IPネットワークと称する) の高スループット化を目指して、ATM上でのIPの実現についての研究が行われている。

【0008】これは、一般に、IP over ATMと称されているものであり、ある発信元からある宛先に送信される、一連のIPによるパケット (以下、フローとも称する) について、ATMによるコネクションを設定して、前記フローを当該コネクションを用いて転送しようとするものである。

【0009】IP over ATMの実現において、どのフローのどの部分をATMコネクションに割り当てるか、あるいはコネクションをどのような手順で設定するかなどにより、様々な方式が考えられている。代表的なものとして以下の2つがある。

【0010】ショートカット方式 (Shortcut方式)
本方式は、IBM Research Report RC20250 "Provisioning of RSVP-based Services over a Large ATM Network" で報告されたものであり、使用帯域等の通信品質が保証されているフローの転送をATMコネクション上で実現しようとするものである。

【0011】本方式は、フローの通信品質が、RSVP (Resource Reservation Protocol) 等の制御手順により、通信開始に先立ってネットワークに通知されることを利用している。

【0012】まず、IPネットワークは、フローの通信品質の通知を契機として、当該フローに対するIPレベルの通信経路を求める。次に、求めた通信経路上にあるルータであって、同一のATMネットワークに接続可能なルータを検索する。

【0013】次に、IPネットワークは、上記の検索によって複数のルータを検出すると、IPレベルで最大に離れている2つのルータ、すなわちホップ数が最大となる2つのルータを選び出し、当該選び出した2つのルータ間にATMコネクション (以下、ショートカットコネクションと称する) を設定する。

【0014】このように、通信経路上にあるルータであって、同一のATMネットワークに接続できるルータであって、且つIPレベルで最大に離れている2つのルータ間のフロー転送をショートカットコネクション上で実

現することで、通信経路上において前記2つのルータ間にあるルータでの、蓄積転送ルーティングが不要となり、通信スループットを向上させることができる。

【0015】カットスルー方式 (Cut through方式)
本方式では、ATMスイッチが設けられたルータを用いる。

【0016】各ルータは、当該ルータを通過するフローの通信継続時間、あるいは通信スループットを監視する。そして、これが所定値以上になったフローに対して、ATMスイッチを制御することで、当該フローの通信経路上において当該ルータの上流側に隣接するルータと、下流側に隣接するルータとの間にコネクション (以下、隣接コネクションと称する) を設定する。

【0017】この隣接コネクションを用いて前記フローを転送することで、当該ルータにおける蓄積転送ルーティングをスイッチング (以下、カットスルースイッチングと称する) に置き換える。

【0018】このように、本方式では、通信継続時間あるいは通信スループットが所定値以上のフローに対しては、通信経路上のルータ各々が蓄積転送ルーティングをカットスルースイッチングに置き換える。

【0019】これは、通信経路に沿ってATMコネクション (以下、カットスルー方式によるコネクションをカットスルーコネクションと称する) が設定されたことを意味しており、これにより、通信スループットを向上させることができる。

【0020】また、通信継続時間あるいは通信スループットが所定値以下のフローに対しては、当該フローを蓄積転送ルーティングが適用されるので、コネクション設定手順等によるデータ転送開始までの遅延がない。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のIP over ATMを実現する2つの方式には、以下に示すような問題がある。

【0022】ショートカット方式

本方式は、上述したように、フローの通信品質の通知を契機として、ショートカットコネクションを設定している。すなわち、パケットに先だって送られてくる通知を契機として、ショートカットコネクションを設定している。

【0023】このため、このような通知のない、すなわち通信品質が保証されていない通常のフロー (以下、ベストエフォートフローと称する) に本方式を適用しようとすると、あるルータが最初のパケットを受け取った後、当該パケットを転送する前に、ショートカットコネクションを設定しなければならない。

【0024】ショートカットコネクションの設定には、コネクションの始点および終点を決定するための手順と、決定された始点と終点との間でのコネクション設定手順とを実行する必要がある、時間がかかる。このた

め、ある通信端末がベストエフォートフローを出力してから、当該フローがネットワーク上で実際に転送されるまでの遅延が大きくなる。

【0025】また、本方式をベストエフォートフローに適用すると、比較的通信量の少ないフローに対してもショートカットコネクションが設定されてしまい、通信資源を浪費してしまう。

【0026】 カットスルー方式

本方式では、上述したように、通信経路に沿ってカットスルーコネクションが設定されることになる。すなわち、カットスルーコネクションのルートは、蓄積転送ルーティングによるルートと同じになる。

【0027】このため、通信経路上にフローが集中するルータが存在する場合でも、これをバイパスすることができない。したがって、ネットワークの負荷を分散させることができない。

【0028】ここで、ネットワークの負荷分散が必要となる場合について説明する。ここでは、ネットワークが階層的に構成されている例を用いて説明する。

【0029】階層的なネットワークは、加入者ネットワークと、加入者ネットワークとのインタフェースとなるルータで構成された加入者終端ネットワークと、この加入者終端網間でフロー転送するための基幹ネットワークと、でなる。

【0030】このようなネットワーク構成では、蓄積転送ルーティングによる場合でも、あるいはカットスルーコネクションによる場合でも、フローは必ず基幹ネットワークを通過することになるので、ネットワークの負荷が基幹ネットワークに集中してしまう。

【0031】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的はコネクションレス方式の通信システムにおいて、当該システムを構成する任意の packets 転送装置間にコネクションを設定することで生じるベストエフォートフローの転送開始時における遅延を少なくするとともに、通信資源の浪費を回避し、且つ、ネットワークの負荷が集中するのを防ぐことができる通信システム、および packets 転送装置を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の通信システムは、ネットワーク上に配置された複数の packets 転送装置を有する通信システムであって、前記複数の packets 転送装置各々は、受信した packets の宛先までの通信経路を計算して当該 packets の転送先を決定し、自己と前記決定した転送先との間に設定されているリンクを、当該 packets の出力リンクに割り当てる蓄積転送処理手段と、発信元および宛先が一致している一連の packets の受信頻度を監視し、当該頻度が第1のしきい値を越えた場合に、前記一連の packets の入力リンクの上流側端に接続された転送元と、当該一連の packets の出力リンクの下流側端に接続された転送

先との間に第1のリンクを設定して、当該一連の packets の転送に割り当てる第1のリンク設定手段と、を備え、前記 packets 転送装置のうちの少なくとも2つは、前記ネットワークとは別のネットワークであるサブネットワークとのインタフェースをさらに備え、前記少なくとも2つの packets 転送装置のうちのいずれか1つは、前記第1のリンク設定手段で設定された第1のリンク上を転送される前記一連の packets の通過頻度を監視し、当該頻度が第2のしきい値を越えた場合に、自己と、前記一連の packets の通信経路上にある packets 転送装置であって前記サブネットワークとのインタフェースを有する packets 転送装置との間に、前記サブネットワークを利用した第2のリンクを設定して、当該一連の packets の転送に割り当てる第2のリンク設定手段をさらに備えていることを特徴とする。

【0033】ここで、ネットワークとは、たとえば IP (Internet Protocol) を用いたコネクションレス通信方式のネットワークなどが該当する。

【0034】また、サブネットワークとは、たとえば ATM (Asynchronous Transfer Mode) を用いたコネクションオリент通信方式のネットワークなどが該当する。

【0035】一連の packets (フロー) の受信頻度は、当該フローの通信継続時間あるいは通信スループットを計測することで求められる。一連の packets の通過頻度も同様である。

【0036】しきい値1は、少なくとも、第1のリンク (カットスルーコネクション) の設定に要する時間よりも長い時間となるように設定することが好ましい。また、バーストなフローに対しては、第1のリンクが割り当てられないような値に設定することが好ましい。

【0037】また、しきい値2は、第1のリンク (カットスルーコネクション) と第2のリンク (ショートカットコネクション) との間で、トラヒックが適切な比率で分配されるような値に定めることが好ましい。

【0038】本発明の通信システムでは、通信継続時間や通信スループットの短いフロー (一連の packets) に対しては、蓄積転送処理手段による転送が適用される。このため、通信開始に先立ってコネクションを設定するといった処理は、行われない。

【0039】したがって、ある通信端末からデータが送出されてから、実際にデータ転送が開始までの遅延を小さくすることができる。

【0040】また、通信継続時間の比較的長いフロー (しきい値1を越えるフロー) に対しては、第1のリンク設定手段により、自己の packets 転送装置が備える蓄積転送処理手段をバイパスする第1のリンク (カットスルーコネクション) を設定している。そして、当該フローの転送にこのリンクを割り当てるようにしている。

【0041】したがって、通信品質の保証のあるなしに

かわらず、通信スループットの向上を図ることができる。また、第1のリンクの設定を、蓄積転送処理手段によるフロー転送と平行して行うことができるので、当該リンクの設定手順に要する時間によって、フロー転送が遅延するのを防止することができる。

【0042】さらに、通信継続時間が極端に長いフロー（しきい値2を越えるフロー）に対しては、サブネットワークを利用して、当該サブネットワークとのインターフェースを有する2つのパケット転送装置間に、第2のリンク（ショートカットコネクション）を設定している。そして、当該フローの転送にこのリンクを割り当てるようにしている。

【0043】このように、サブネットワークを利用することで、ネットワークの負荷を分散させることができる。また、第2のリンクの設定を、第1のリンクによるフロー転送と平行して行うことができるので、当該リンクの設定手順に要する時間によって、フロー転送が遅延するのを防止することができる。

【0044】また、本発明のパケット転送装置は、ネットワーク上に複数配置されるパケット転送装置であって、受信したパケットの宛先までの通信経路を計算して当該パケットの転送先を決定し、自己と前記決定した転送先との間に設定されているリンクを、当該パケットの出力リンクに割り当てる蓄積転送処理手段と、発信元および宛先が一致している一連のパケットの受信頻度を監視し、当該頻度が第1のしきい値を越えた場合に、前記一連のパケットの入力リンクの上流側端に接続された転送元と、当該一連のパケットの出力リンクの下流側端に接続された転送先との間に第1のリンクを設定して、当該一連のパケットの転送に割り当てる第1のリンク設定手段と、前記第1のリンク設定手段で設定された第1のリンク上を転送される前記一連のパケットの通過頻度を監視し、当該頻度が第2のしきい値を越えた場合に、前記一連のパケットの通信経路上にある少なくとも1つのパケット転送装置を回避するように、当該通信経路上にある他のパケット転送装置との間に第2のリンクを設定して、当該一連のパケットの転送に割り当てる第2のリンク設定手段と、を備えていることを特徴とする。

【0045】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の一実施形態について説明する。

【0046】図1は本発明の一実施形態である通信システムが適用された、ATM上でのIPネットワークの概略構成図である。

【0047】図1に示すIPネットワークは、下位レベルに位置する加入者宅内IPネットワーク1a、1bと、中間レベルに位置する加入者終端IPネットワーク2a、2bと、上位レベルに位置する基幹IPネットワーク3とからなる3レベルの階層構造となっている。

【0048】また、図1に示すATMネットワーク4

は、基幹IPネットワーク3と併存する形で設けられている。

【0049】加入者宅内IPネットワーク1aは、通信端末12a₁～12a₃と、通信端末12a₁～12a₃に接続された加入者宅内ルータ14aとでなる。

【0050】加入者宅内IPネットワーク1bは、通信端末12b₁～12b₃と、通信端末12b₁～12b₃に接続された加入者宅内ルータ14bとでなる。

【0051】加入者終端ネットワーク2aは、加入者宅内IPネットワーク1aとのインタフェースとしての機能を有する加入者終端ルータ（URT）24aを含んでいる。加入者終端ネットワーク24aは、ATMネットワーク4とのインタフェースとしての機能も有している。

【0052】加入者終端ルータ2bは、加入者宅内IPネットワーク1bとのインタフェースとしての機能を有する加入者終端ルータ24bを含んでいる。加入者終端ルータ24aは、基幹IPネットワーク3と併存するATMネットワーク4とのインタフェースとしての機能も有している。

【0053】基幹IPネットワーク3は、加入者終端ルータ2a、2bとのインタフェースとしての機能を有する基幹ルータ（BRT）34a、34bを含んでいる。

【0054】図1において、各ルータ間のデータ転送は、対応する伝送路HW5₁～5₇を介して、ATM通信により行われる。

【0055】加入者宅内ルータ14a、14bは、蓄積転送ルーティングなどのIP手順を実行するIP処理部（IPC）142を備えている。

【0056】加入者宅内ルータ14aは、自己が備えるIP処理部142により、通信端末12a₁～12a₃から送られてきたIPパケットをATMセル化して、加入者終端IPネットワーク2aに転送する。また、逆に、加入者終端IPネットワーク2aから転送されたATMセルをIPパケット化して、通信端末12a₁～12a₃に転送する。

【0057】同様に、加入者宅内ルータ14bは、自己が備えるIP処理部142により、通信端末12b₁～12b₃から送られてきたIPパケットをATMセル化して、加入者終端IPネットワーク2bに転送する。また、逆に、加入者終端IPネットワーク2bから転送されたATMセルをIPパケット化して、通信端末12b₁～12b₃に転送する。

【0058】加入者終端ルータ24a、24bは、IP処理部242と、ATMスイッチ（SW）243と、信号処理部（SIG）244と、を備えている。

【0059】加入者終端ルータ24aは、伝送路HW5₁、5₂、5₆を介して加入者宅内ルータ14a、基幹ルータ34a、ATMネットワーク4と各々接続されている。

【0060】また、加入者終端ルータ24bは、伝送路HW5₅、5₄、5₇を介して加入者宅内ルータ14b、基幹ルータ34b、ATMネットワーク4と各々接続されている。

【0061】基幹ルータ34a、34bは、IP処理部342と、ATMスイッチ343と、を備えている。

【0062】基幹ルータ34aは、伝送路HW5₂、5₃を介して加入者終端ルータ24a、基幹ルータ34bと各々接続されている。

【0063】また、基幹ルータ34bは、伝送路HW5₃、5₄を介して基幹ルータ34a、加入者終端ルータ24bと各々接続されている。

【0064】通常、ATM通信では、独立した通信フロー毎に仮想チャネル（以下、VCと称する）を設定し、当該VCを用いてデータ転送している。ここで、VCには、固定的に設定されるPVC（Permanent Virtual Connections）と、動的に設定されるSVC（Switched Virtual Connections）とがある。

【0065】IPレベルで隣接するIP処理部間には、ネットワーク初期化時にネットワーク管理者によってPVCが設定されており、これが、IPレベルのリンクに相当する。

【0066】図1に示す例では、加入者宅内ルータ14aのIP処理部142と加入者終端ルータ24aのIP処理部242、加入者終端ルータ24aのIP処理部242と基幹ルータ34aのIP処理部342、基幹ルータ34aのIP処理部342と基幹ルータ34bのIP処理部342、基幹ルータ34bのIP処理部342と加入者終端ルータ24bのIP処理部242、加入者終端ルータ24bのIP処理部242と加入者宅内ルータ14bのIP処理部142が、それぞれIPレベルで隣接するIP処理部に相当し、この隣接するIP処理部間の伝送路HW5₁～5₅上にPVCが設定される（以下、これらのPVCをデフォルトコネクションと称する）。

【0067】したがって、加入者宅内IPネットワーク1aと、加入者宅内IPネットワーク1bとの、IPレベルでの通信経路は、加入者宅内ルータ14a－加入者終端ルータ24a－基幹ルータ34a－基幹ルータ34b－加入者終端ルータ24b－加入者宅内ルータ14bとなる（以下、この通信経路をデフォルトルートと称する）。

【0068】本実施形態では、IPパケットを転送するためのコネクションとして、上記のデフォルトコネクションの他に、カットスルーコネクションと、ショートカットコネクションとを用いる。

【0069】カットスルーコネクションは、加入者終端ルータ24a、24bおよび基幹ルータ34a、34b内のIP処理部をバイパスするように設定されたSVCであり、デフォルトルートに沿って設定される。

【0070】ショートカットコネクションは、基幹IP

ネットワーク3をバイパスするように設定されたSVCであり、ATMネットワーク4を経由して設定される。

【0071】本実施形態は、加入者終端ルータ24a、24b、および基幹ルータ34a、34b各々において、IP処理部により、当該ルータを通過するフローの通信継続時間を監視し、当該時間に応じてATMスイッチを制御することで、実際にフローが転送されるATMレベルでの通信経路を、通信継続時間が長くなるにつれて、デフォルトコネクション、カットスルーコネクション、ショートカットコネクションの順で切り替えるようにしている。

【0072】いま、図1において、加入者宅内IPネットワーク1aの通信端末12a₁、12a₂、12a₃は、それぞれ加入者宅内IPネットワーク1bの通信端末12b₁、12b₂、12b₃と通信を行っているものとする。

【0073】また、通信端末12a₁から通信端末12b₁へ送信されるフロー（Flow1）6₁の通信継続時間を短時間、通信端末12a₂から通信端末12b₂へ送信されるフロー（Flow2）6₂の通信継続時間を長時間、通信端末12a₃から通信端末12b₃へ送信されるフロー（Flow3）6₃の通信継続時間を極長時間とする。

【0074】本実施形態では、通信端末12a₁から通信端末12b₁へ送信されるフロー6₁は、通常の蓄積転送ルーティングで転送される。すなわち、デフォルトルート上の各IP処理部がパケットを受信する毎に、当該パケットの宛先アドレスに基づいて、どの隣接リンク（自己とIPレベルで隣接するIP処理部との間に設定されたPVC）に転送するかを決定し、当該パケットを当該決定した隣接リンクに送出する。

【0075】したがって、蓄積転送ルーティングでは、複数のフローが1つのPVCを共有することになる。

【0076】また、通信端末12a₂から通信端末12b₂へ送信されるフロー6₂には、デフォルトルート上の各ATMスイッチによって設定された、各ルータのIP処理部をバイパスするSVC、すなわちカットスルーコネクションが1対1で割り当てられる。

【0077】さらに、通信端末12a₃から通信端末12b₃へ送信されるフロー6₃には、加入者終端ルータ24aのATMスイッチ243および加入者終端ルータ24bのATMスイッチ243によって設定された、ATMネットワーク4上のATMコネクション42、すなわちショートカットコネクションが1対1で割り当てられる。

【0078】このように、本実施形態では、通信継続時間の短いフローに対しては、通常の蓄積転送ルーティングが適用されるので、通信開始に先立って、ATMスイッチを制御してSVCを設定するなどの処理を行わない。

【0079】したがって、ある通信端末からデータが送

出されてから、実際にデータ転送が開始までの遅延を小さくすることができる。

【0080】また、通信継続時間の比較的長いフローに対しては、IP処理部をバイパスするカットスルーコネクションを設定している。そして、当該フローの転送を、前記蓄積転送ルーティングからこのカットスルーコネクションに切り替えている。

【0081】したがって、通信品質の保証のあるなしにかかわらず、通信スループットの向上を図ることができる。また、カットスルーコネクションの設定を、蓄積転送ルーティングによるフロー転送と平行して行うことができるので、当該コネクションの設定手順に要する時間によって、フロー転送が遅延するのを防止することができる。

【0082】さらに、通信継続時間が極端に長いフローに対しては、ATMネットワーク4を利用して、加入者終端ルータ24aおよび24b間に、基幹IPネットワーク3をバイパスするショートカットコネクションを設定している。そして、当該フローの転送を、カットスルーコネクションからこのショートカットコネクションに切り替えている。

【0083】したがって、基幹IPネットワーク3に負荷が集中するのを防ぐことができる。また、ショートカットコネクションの設定を、カットスルーコネクションによるフロー転送と平行して行うことができるので、当該コネクションの設定手順に要する時間によって、フロー転送が遅延するのを防止することができる。

【0084】次に、図1に示す各構成要素をさらに詳細に説明する。

【0085】まず、加入者終端ルータ24a、24bについて説明する。

【0086】図2は図1に示す加入者終端ルータ24a、24bの概略構成図である。

【0087】加入者終端ルータ24a、24bは、図2に示すように、IP処理部(IPC)242と、ATMスイッチ(SW)243と、信号処理部(SIG)244とが、システムバス241を介して接続されて構成されている。

【0088】IP処理部242は、デフォルトコネクション81を介して受信した一連のIPパケットでなるフローに対して、蓄積転送ルーティングを実行する。すなわち、受信したIPパケットの宛先までの経路を計算して、当該受信パケットの転送先のルータを決定し、当該決定したルータとの間に設定されているPVC(デフォルトコネクション81)上に、前記IPパケットを転送する。

【0089】また、IP処理部242は、自己を備えるルータを通過したフローの通信継続時間を監視する。そして、当該時間が所定時間(以下、しきい値1とする)を越えた場合には、ATMスイッチ243を制御して、

自己をバイパスするようにSVCを設定させ、当該フローの転送を、デフォルトコネクション81からカットスルーコネクション82に切り替える。

【0090】さらに、通信継続時間が所定時間(>しきい値1、以下、しきい値2とする)を越えた場合には、基幹IPネットワーク3をバイパスするSVCを設定するように、信号処理部244に指令を出す。

【0091】図3はIP処理部242で処理されるIPパケットのフォーマットを示した図である。

【0092】IPパケット7は、IPヘッダ71と、IPペイロード72とを有する。

【0093】IPヘッダ71は、当該パケットの生存時間やヘッダチェックサムなどの制御情報711と、当該パケットが属するフローを識別するためのフロー(flow)ID712とでなる。

【0094】フローID712は、当該パケットが属するフローの発信元となる通信端末を識別するための発信元IPアドレス712aと、当該パケットが属するフローの宛先となる通信端末を識別するための宛先IPアドレス712bと、当該パケットを処理する上位プロトコルを指示するためのプロトコル712cと、でなる。

【0095】IPペイロード72内のデータは、IPパケット7の種類に依存する。IPパケット7の種類としては、通信端末間でユーザ情報を転送するためのユーザ情報メッセージ721、およびフローの転送ルートを制御するためにルータ間で通信されるフロー(flow)制御メッセージ722がある。

【0096】フロー制御メッセージ722には、IPレベルで隣接するルータ間で通信されるメッセージとして、出力リンク切替え要求723と入力リンク割当要求724とがあり、加入者終端ルータ24a、24b間で通信されるメッセージとして、ショートカット(short cut)要求725がある。

【0097】出力リンク切替え要求723は、リンク切替の対象となるフローを識別するための対象フロー(flow)ID723aと、出力リンクを識別するための出力リンクID723bとでなる。

【0098】入力リンク切替え要求724は、入力リンクを識別するための入力リンクID724aでなる。

【0099】ショートカット要求725は、ショートカットコネクション上に転送させるべきフローを識別するための対象フロー(flow)ID725aと、当該ショートカット要求725の発信元となる加入者終端ルータ24a、24bのATMネットワーク4上でのアドレスである発信元ATMアドレス725bとでなる。

【0100】図2に示すIP処理部242において、命令メモリ242bは、プロセッサ242aに対する動作指示を保持する。ワークメモリ242cは、プロセッサ242aの作業エリアである。受信パケットメモリ242dは、パケット(Packet)化部242hを介して受け

取ったIPパケット7を保持する。送信パケットメモリ242eは、セル(Cell)化部242gに送出するIPパケット7を保持する。

【0101】プロセッサ242aは、内部バス242fを介して、上記の各メモリにアクセスする。

【0102】セル化部242gは、送信パケットメモリ242eから出力されたIPパケット7をセル化して、ATMスイッチ243へ送出する。

【0103】パケット化部242hは、ATMスイッチ243から送られてきたセルをパケット化して、受信パケットメモリ242dへ送出する。

【0104】図2において、デフォルトコネクション81上のセルは、ATMスイッチ243を経由してパケット化部242hへ転送される。

【0105】パケット化部242hは、受信したセルをIPパケット7に組立てた後、受信パケットメモリ242dに書き込む。

【0106】プロセッサ242aは、受信パケットメモリ242dに書き込まれたIPパケット7を読み込んで、蓄積転送ルーティングを含むIP手順を実行する。

【0107】すなわち、プロセッサ242aは、IPパケット7の宛先IPアドレス712bを基に通信経路を求め、その経路上に送出するIPパケット7を送信パケットメモリ242e上に作成する。

【0108】また、プロセッサ242aは、受信パケットメモリ242dから読み込んだIPパケット7が、自己宛てのフロー制御メッセージ722である場合、当該メッセージの内容(出力リンク切替要求であるか、あるいはショートカット要求であるかなど)に基づいて、ATMスイッチ243、信号処理部244およびセル化部242gを制御する。そして、当該IPパケット7が属するフローが転送されるATMコネクションを管理する。

【0109】さらに、プロセッサ242aは、受信パケットメモリ242dから読み込んだIPパケット7が属するフロー毎に、図2に示すように、フローを識別するためのフロー(flow)ID731、当該フローに対して自己のルータより1つ上流側に位置するルータ(previous router)の情報732と、当該フローの通信継続時間733と、当該フローの入力リンク(link)の情報734と、当該フローの出力リンク(link)の情報735と、からなるフロー(flow)情報73を、ワークメモリ242c上で作成する。

【0110】なお、フローの通信継続時間733は、図示していない内蔵のカウンタ、あるいは命令メモリ242bに格納されたインクリメント命令を実行することで求めることができる。

【0111】セル化部242gは、プロセッサ242aによって送信パケットメモリ242e上に作成されたIPパケット7をセル化して、ATMスイッチ243に送

出する。このIPパケット7は、ATMスイッチ243を経由してデフォルトコネクション81上を転送される。

【0112】信号処理部244は、IP処理部242の指示にしたがい、ATMスイッチ243を制御して、基幹IPネットワーク3をバイパスするSVCをATMネットワーク上に設定させ、フローの転送を、カットスルーコネクション82からショートカットコネクション83に切り替える。

【0113】図2に示す信号処理部244において、命令メモリ244bは、プロセッサ244aに対する動作指示を保持する。ワークメモリ244cは、プロセッサ244aの作業エリアである。受信パケットメモリ244dは、パケット化部244hを介して受け取ったIPパケット7を保持する。送信パケットメモリ244eは、セル化部244gに送出するIPパケット7を保持する。

【0114】プロセッサ244aは、内部バス244fを介して、上記の各メモリにアクセスする。

【0115】セル化部244gは、送信パケットメモリ244eから出力されたIPパケット7をセル化して、ATMスイッチ243へ送出する。

【0116】パケット化部244hは、ATMスイッチ243から送られてきたセルをパケット化して、受信パケットメモリ244dへ送出する。

【0117】図2において、プロセッサ244aは、ATM UNI (User Network Interface) シグナリングプロトコル等の国際標準プロトコルを実行して、ATMネットワーク4内のATM交換機41との間に予め設定されたシグナリングコネクション84を用いて、ATM交換機41とシグナリングメッセージを通信する。

【0118】図4は信号処理部244で処理されるシグナリングメッセージのフォーマットを示した図である。

【0119】ATMネットワーク4内での通信は、AAL5 (ATM Adaptation type5) パケットにより行われる。

【0120】図4に示すように、AAL5パケット9は、AAL5ペイロード91と、チェックサム等の制御情報を含むAAL5トレーラ92とでなる。

【0121】AAL5ペイロード91内のデータであるシグナリングメッセージ911には、ATMコネクションの設定を要求するセットアップ912と、セットアップ912に対する応答であるコネクト913とがある。

【0122】セットアップ912およびコネクト913は、AAL5ペイロード91として、それぞれ、コネクション属性等を指示するコネクション情報912a、912b、発信元ATMアドレス912c、913c、宛先ATMアドレス912d、913d、およびコネクションを割当てるフローを指示する対象フローID912d、913dとを有する。

【0123】ATMスイッチ243は、IP処理部242あるいは信号処理部244の指示にしたがい、スイッチングを行う。

【0124】具体的には、IP処理部242の指示にしたがいカットスルーコネクション82設定のためのスイッチングを行う。また、信号処理部244の指示にしたがい、ショートカットコネクション83設定のためのスイッチングを行う。

【0125】なお、デフォルトコネクション81、およびシグナリングコネクション84のスイッチ設定は、ネットワーク立ち上げ時にネットワーク管理者が行う。

【0126】次に、基幹ルータ34a、34bについて説明する。

【0127】基幹ルータ34a、34bは、図2に示す加入者終端ルータ24a、24bから信号処理部244を除いた構成となっている。したがって、基幹ルータ34a、34bにおいて、ショートカットコネクションの設定は行われない。

【0128】基幹ルータ34a、34bのIP処理部342は、受信した一連のIPパケットでなるフローに対して、蓄積転送ルーティングを実行する。すなわち、受信したIPパケットの宛先までの経路を計算して、当該受信パケットの転送先のルータを決定し、当該決定したルータとの間に設定されているPVC上に、前記IPパケットを転送する。

【0129】また、IP処理部342は、自己を備えるルータを通過したフローの通信継続時間を監視する。そして、当該時間がしきい値1を越えた場合には、ATMスイッチ343を制御して、自己をバイパスするようにSVCを設定させ、当該フローの転送を、デフォルトコネクションからカットスルーコネクションに切り替える。

【0130】次に、加入者宅内ルータ14a、14bについて説明する。

【0131】加入者宅内ルータ14a、14bは、図2に示す加入者終端ルータ24a、24bから信号処理部244とATMスイッチ243とを除いた構成となっている。したがって、加入者宅内ルータ14a、14bにおいて、カットスルーコネクションやショートカットコネクションの設定は行われない。

【0132】また、加入者宅内IPネットワーク1a、1b内での転送はATMセルではなくIPパケットで実行される。したがって、加入者宅内ルータ14a、14bのIP処理部142は、図2に示す加入者終端ルータ24a、24bのIP処理部242と異なり、パケット化部およびセル化部を介さず、それぞれ通信端末12a₁~12a₃、12b₁~12b₃と接続されている。

【0133】上記の各ルータ（加入者宅内ルータ14a、14b、加入者終端ルータ24a、24b、基幹ルータ34a、34b）は、たとえば通信機能を備えたパ

ーソナルコンピュータなどの計算機システムにおいて、所定のプログラムを実行することで、実現することができる。

【0134】次に、図1に示すネットワークに適用された本実施形態の通信システムの動作について説明する。

【0135】図5は図1に示すネットワーク上を転送されるフローの経路を示した図である。ここで、図1に示すものと同じものには同一の符号を付している。

【0136】まず、図1において、通信端末12a₁から送出されたフロー(flow)6₁が、デフォルトコネクション上を転送されて、通信端末12b₁に送信される場合について説明する。

【0137】なお、図5において、Vd₁52₁およびVd₂52₂は、加入者宅内ルータ14aのIP処理部142と、加入者終端ルータ24aのIP処理部242との間に設定されたPVCに相当する。

【0138】Vd₃52₃、Vd₄52₄およびVd₅52₅は、加入者終端ルータ24aのIP処理部242と、基幹ルータ34aのIP処理部342との間に設定されたPVCに相当する。

【0139】Vd₆52₆、Vd₇52₇・・・Vd₁₁52₁₁は、基幹ルータ34aのIP処理部342と、加入者終端ルータ24bのIP処理部242との間に、基幹ルータ34bのIP処理部342経由で設定されたPVCに相当する。

【0140】そして、Vd₁₂52₁₂およびVd₁₃52₁₃は、加入者終端ルータ24bのIP処理部242と、加入者宅内ルータ14bのIP処理部142との間に設定されたPVCに相当する。

【0141】加入者宅内ルータ14aは、通信端末12a₁から出力されたフロー6₁のIPパケットを受信すると、IP処理部142で蓄積転送ルーティングを実行する。その後、IPパケットを、図5に示すように、ATMヘッダ(header)751のアドレス値がVd₁52₁となるATMセル(Cell)75に分解する。

【0142】このATMセル75は、Vd₁52₁およびVd₂52₂でなるPVC上を伝播して、加入者終端ルータ24aのIP処理部242に到達する。

【0143】加入者終端ルータ24aのIP処理部242は、受信したATMセル75をIPパケット化した後、蓄積転送ルーティングを実行する。その後、IPパケットを、ATMヘッダ751のアドレス値がVd₃52₃となるATMセル75に分解する。

【0144】このATMセル75は、Vd₃52₃、Vd₄52₄およびVd₅52₅でなるPVC上を伝播して、基幹ルータ34aのIP処理部342に到達する。

【0145】以下、同様にして、ATMセル75は、Vd₆52₆、Vd₇52₇・・・Vd₁₃52₁₃でなるPVC上を伝搬されていき、加入者宅内ルータ14bのIP処理部142に到達する。

【0146】加入者宅内ルータ14bのIP処理部142は、受け取ったATMセルをIPパケット化して、通信端末12b₁に送出する。

【0147】次に、図1において、通信端末12a₂から送出されたフロー(flow2)6₂が、カットスルーコネクション上を転送されて、通信端末12b₂に送信される場合について説明する。

【0148】なお、図5において、Vc₁₅₃₁、Vc₂₅₃₂、Vc₃₅₃₃、Vc₄₅₃₄、およびVc₅₅₃₅が、加入者宅内ルータ14aのIP処理部142と、加入者終端ルータ14bのIP処理部142との間に設定されたカットスルーコネクションに相当する。

【0149】通信端末12a₂から出力されたフロー6₂は、当初、上述したフロー6₁の場合と同様に、デフォルトコネクション上を転送される。

【0150】デフォルトコネクション上にある各ルータは、IP処理部にて、フロー6₂の通信継続時間を監視しており、当該時間がしきい値1を越えると、通信経路を、自己のIP処理部をバイパスするコネクションに切り替える。

【0151】これにより、フロー6₂は、カットスルーコネクション上を転送され、加入者終端ルータ14bのIP処理部142に到達する。

【0152】加入者宅内ルータ14bのIP処理部142は、受け取ったATMセルをIPパケット化した後、通信端末12b₂に送出する。

【0153】次に、図1において、通信端末12a₃から送出されたフロー(flow3)6₃が、ショートカットコネクション上を転送されて、通信端末12b₃に送信される場合について説明する。

【0154】なお、図5において、Vs₁₅₄₁、ATMコネクション42およびVs₂₅₄₂が、加入者宅内ルータ14aのIP処理部142と、加入者終端ルータ14bのIP処理部142との間に設定されたショートカットコネクションに相当する。

【0155】通信端末12a₃から出力されたフロー6₃は、当初、上述したフロー6₁の場合と同様に、デフォルトコネクション上を転送される。

【0156】デフォルトコネクション上にある各ルータは、IP処理部にて、フロー6₃の通信継続時間を監視しており、当該時間がしきい値1を越えると、ATMスイッチを制御して、通信経路を、デフォルトコネクションからカットスルーコネクションに切り替える。

【0157】さらに、ATMネットワーク4とのインターフェースを有する加入者終端ルータ24a、24bのIP処理部は、フロー6₃の通信継続時間を監視しており、当該時間がしきい値2を越えると、信号処理部244に指示を出す。

【0158】これを受けて、加入者終端ルータ24a、24bの信号処理部244は、シグナリング手順を実行

して、ATMコネクション42を設定する。

【0159】これにより、フロー6₃は、ショートカットコネクション上を転送され、加入者終端ルータ14bのIP処理部142に到達する。

【0160】加入者宅内ルータ14bのIP処理部142は、受け取ったATMセルをIPパケット化した後、通信端末12b₃に送出する。

【0161】なお、ATMコネクション42は、ATMネットワーク4内の複数のATMスイッチにより構成されるが、加入者終端ルータ24a、24bは、ATMコネクション42の入口となるVCであるVs₁₅₄₁、ATMコネクション42の出口となるVCであるVs₂₅₄₂を各々管理すればよい。

【0162】次に、フローの転送ルートの切替手順について詳細に説明する。

【0163】本実施形態では、上述したように、全てのフローは、当初、蓄積転送ルーティングにより、デフォルトコネクション上を伝播するようにしてある。

【0164】そして、デフォルトコネクション上のフローのうち、通信継続時間がしきい値1を超えたフローに対して、カットスルーコネクションを1対1で割り当てるようにしている。

【0165】さらに、カットスルーコネクションが割当てられたフローのうち、通信継続時間がしきい値2を超えたフローに対して、ショートカットコネクションを1対1で割り当てるようにしている。

【0166】一方、カットスルーコネクション、あるいはショートカットコネクションが割り当てられたフローのうち、無通信時間がしきい値3を超えたフローについては、当該フローをデフォルトコネクション上に戻すとともに、当該フローに割り当てられているカットスルーコネクション、あるいはショートカットコネクションを解除するようにしている。

【0167】したがって、本実施形態では、フローの通信経路を切り替えるタイミングは、通信が継続していると判断するパケット間隔、およびしきい値1～しきい値3の設定値に依存する。これ等を、どのように定めるかは、通信条件に依存する。

【0168】通信が継続していると判断するパケット間隔は、回線速度、パケット長およびデフォルトコネクション上でのフローの多重度を基に定めることができる。

【0169】たとえば、155M (bits/秒)のATM伝送路上での通信において、デフォルトコネクション上で常時20個のフローが通信中であると仮定する。

【0170】この場合、フロー当たりの伝送速度は7.75M (bits/秒)となる。これは、1Kバイトのパケットを、0.001 (秒)毎に送信する頻度に相当する。したがって、あるフローに属するIPパケットが、0.001 (秒)以内の間隔で通信されているならば、そのフローは、通信が継続しているものと判断すること

ができる。

【0171】しきい値1、すなわちカットスルーコネクションの割当てを開始するフローの通信継続時間は、当該コネクション設定のための処理量およびフローのトラヒック特性を基に定めることができる。

【0172】カットスルーコネクションの設定に要する時間（例えば数秒）より短い時間、通信が継続するフローにカットスルーコネクションを割り当てても、当該コネクションを有効に利用することはできない。

【0173】したがって、しきい値1は、少なくとも、カットスルーコネクションの設定に要する時間よりも長い時間となるように設定することが好ましい。

【0174】また、フローをトラヒック特性という観点から分類した場合、バーストなフローと、定常的なフローとに分類することができる。フローのトラヒック特性は、当該フローを発生するアプリケーションによって異なってくる。

【0175】ファイル転送のアプリケーションでは、通常、一時的にパケットが集中するバーストなフローを発生する。一方、動画転送のアプリケーションでは、一定のスループットでパケットが継続する定常的なフローを発生する。

【0176】通信資源の有効利用を図るという観点からすれば、定常的なフローに、カットスルーコネクションを割当てることが好ましい。すなわち、バーストなフローに対しては、カットスルーコネクションが割当てられないような値に設定することが好ましい。

【0177】たとえば、テレビ会議の映像を転送するフローは、会議の間中継続するので、カットスルーコネクションを割り当てればその効果は大きい。これに対して、ファイル転送のフローは数秒以内しか継続しないので、カットスルーコネクション設定の処理負荷に比べて効果が少ない。

【0178】上記の多重度20のATM伝送路上では、1秒間に1Mバイトのデータを転送することができるので、バーストなフローが1秒以上続くことは少ないと考えられる。したがって、この場合は、デフォルトコネクション上のフローの通信継続時間が1秒（しきい値1）を越えた場合に、カットスルーコネクションを割り当てるようにすればよい。

【0179】しきい値2、すなわちショートカットコネクションへの割当てを開始するフローの通信継続時間は、カットスルーコネクションとショートカットコネクションとの間で、トラヒックが適切な比率で分配されるような値に定めることが好ましい。

【0180】すなわち、カットスルーコネクションとショートカットコネクションとの間で、割り当てフロー数の比率が、帯域の比率と等しくなるように設定することが好ましい。

【0181】たとえば、カットスルーコネクションが割

り当てられた全フローのうち、通信が15分以上継続するものが30%存在すると仮定する。ここで、しきい値2を15分に設定した場合、カットスルーコネクションが割り当てられた全フローのうちの30%のフローが、ショートカットコネクションに切り替えられることになる。

【0182】しきい値3、すなわちカットスルーコネクションあるいはショートカットコネクションの割り当てを解除するフローの無通信時間は、当該コネクションの利用率と、当該コネクションを解除するための処理負荷とのトレードオフに基づいて定めることが好ましい。

【0183】しきい値3を極端に大きな値に設定すると、無通信のフローに対してカットスルーコネクションあるいはショートカットコネクションが長時間割り当てられることになり、通信資源の有効利用が図れない。

【0184】一方、しきい値3を極端に小さな値を設定すると、カットスルーコネクションあるいはショートカットコネクションが、むやみに解除される可能性が高くなる。

【0185】上記の多重度20のATM伝送路の例において、しきい値1を1秒、しきい値2を15分に各々設定した場合、しきい値3として好ましい値は、1分程度である。

【0186】次に、デフォルトコネクション上を蓄積転送ルーティングされて転送されていたフローが、カットスルーコネクション上での転送に切り替わる際の動作について詳細に説明する。

【0187】すなわち、図5に示すデフォルトコネクションVd1521-Vd2522-Vd3523-Vd4524-Vd5525-Vd6526-Vd7527...Vd105210-Vd115211-Vd125212-Vd135213による通信経路から、カットスルーコネクションVc1531-Vc2522-Vc4534-Vc5535による通信経路への切替えについて説明する。

【0188】図6は図5に示すフロー（flow2）62の転送がデフォルトコネクションからカットスルーコネクションへ切替わる際の、図1に示す通信システムの動作手順を説明するための図である。

【0189】なお、ここでは、加入者宅内ルータ14a、加入者終端ルータ24aおよび基幹ルータ34aでの切替手順について説明しているが、他のルータ（基幹ルータ34b、加入者終端ルータ24bおよび加入者宅内ルータ14b）においても、同様の手順で切替が行われる。

【0190】まず、加入者宅内ルータ14aおよび加入者終端ルータ24a間の通信経路の切替手順について図6を参照して説明する。

【0191】図7は加入者宅内ルータ147aおよび加入者終端ルータ24aでの通信経路の変更状況を示した図である。

【0192】図6に示すステップ1001において、加入者終端ルータ24aは、内部のIP処理部242にて、ワークメモリ242c上に自らが作成したフロー6₂の継続時間733を監視する。

【0193】そして、その継続時間733が所定のしきい値1を越えると（ステップ1002）と、スイッチ制御1を実行する（ステップ1003）。

【0194】これにより、内部のATMスイッチ243を制御して、図7に示すように、加入者宅内ルータ14aおよび加入者終端ルータ24a間のリンクVc₁53₁を、加入者終端ルータ24aのIP処理部242およびATMスイッチ243間のリンクVt₂55₂に接続する。

【0195】これと同時に、図3に示すフロー制御メッセージ722として、出力リンク切替え要求723を加入者宅内ルータ14aに送信して、フロー6₂の出力リンクをデフォルト接続のVd₁52₁から、カットスルー接続のVc₁53₁に切り替えるように要求する。

【0196】これを受けて、加入者宅内ルータ14aは、フロー6₂の送出リンクをリンクVd₁52₁からリンクVc₁53₁に切り替える（ステップ1004）。

【0197】これにより、フロー6₂の通信経路は、Vd₁52₁—Vd₂52₂（図7の点線）から、Vc₁53₁—Vt₂55₂に切り替わる。

【0198】次に、加入者終端ルータ24aおよび基幹ルータ34a間の通信経路の切替手順について図6を参照して説明する。

【0199】図8は加入者終端ルータ24aおよび基幹ルータ34aでの通信経路の変更状況を示した図である。

【0200】図6に示すステップ1101において、基幹ルータ34aは、ステップ1001と同様に、内部のIP処理部342にて、フロー6₂の継続時間733を監視する。

【0201】そして、その継続時間733が所定のしきい値1を越えると（ステップ1102）と、スイッチ制御2を実行する（ステップ1103）。

【0202】これにより、内部のATMスイッチ343を制御して、図8に示すように、加入者終端ルータ24aおよび基幹ルータ34a間のリンクVc₂53₂を、基幹ルータ34aのIP処理部342およびATMスイッチ343間のリンクVt₃55₃に接続する。

【0203】これと同時に、図3に示すフロー制御メッセージ722として、出力リンク切替え要求723を加入者終端ルータ24aに送信して、フロー6₂の出力リンクをデフォルト接続のVd₃52₃から、カットスルー接続のVc₂53₂に切り替えるように要求する。

【0204】これを受けて、加入者終端ルータ24a

は、フロー6₂の送出リンクをリンクVt₂55₂からリンクVc₂53₂に切り替える（ステップ1104）。

【0205】これにより、フロー6₂の通信経路は、Vd₃52₃—Vd₄52₄—Vd₅52₅（図8の点線）から、Vc₂53₂—Vt₃55₃に切り替わる。

【0206】したがって、加入者宅内ルータ14aおよび基幹ルータ34a間の通信経路は、Vc₁53₁—Vc₂53₂—Vt₃55₃となり、加入者終端ルータ24aのIP処理部242バイパスするようになる。

【0207】同様の手順が、基幹ルータ34b、加入者終端ルータ24bおよび加入者宅内ルータ14bで実行されることにより、図5に示すように、加入者終端ルータ24aおよび加入者終端ルータ24b間に、カットスルーコネクションが設定される。

【0208】次に、カットスルーコネクションの設定を解除する際の動作手順について説明する。

【0209】通信資源の節減という観点からいえば、一旦、カットスルーコネクションを割り当てたフローであっても、その通信量が少なくなった場合には、その設定を解除することが好ましい。

【0210】しかしながら、自己のIP処理部がバイパスされているルータでは、フローの継続時間を監視することができない。

【0211】この場合は、自己のIP処理部がバイパスされていないルータが、当該IP処理部にて当該フローの継続時間を監視して、カットスルーコネクションの解除手順を実行するようにする。

【0212】カットスルーコネクションの解除は、図6に示すカットスルーコネクションの設定手順と逆の手順を実行することで達成される。

【0213】たとえば、図6に示す例では、加入者終端ルータ24aは、自己のIP処理部242がバイパスされているので、フロー6₂の継続時間を監視することができない。この場合は、基幹ルータ34aが、自己のIP処理部342を用いてフロー6₂の継続時間を監視するようにする。そして、カットスルーコネクションの解除手順を起動するようにする。

【0214】また、図5に示すように、加入者宅内ルータ14aおよび加入者宅内ルータ14b間に、すでにカットスルーコネクションが設定されている場合には、加入者宅内ルータ14bが、自己のIP処理部142を用いてフロー6₂継続時間を監視するようにする。そして、カットスルーコネクションの解除手順を起動するようにする。

【0215】次に、カットスルーコネクション上を転送されていたフローが、ショートカットコネクション上での転送に切り替わる際の動作について詳細に説明する。

【0216】すなわち、図5に示すカットスルーコネクションVc₁53₁—Vc₂53₂—Vc₃53₃—Vc₄53₄—Vc₅53₅による通信経路から、ショートカット

コネクションV s₁5 4₁ーATMコネクション4 2ーV s₂5 4₂による通信経路への切替え手順について説明する。

【0217】図9は図5に示すフロー（flow）3の転送がカットスルーコネクションからショートカットコネクションへ切替わる際の、図1に示す通信システムの動作手順を説明するための図である。

【0218】図6に示すカットスルーコネクションの設定手順では、デフォルトコネクションの通信経路上にある全てのルータが、各々自己のIP処理部を用いてフロー6₂の継続時間を監視していたが、図9に示す手順では、フロー6₃について考えた場合に、基幹IPネットワーク3の出口（下流）側に位置する加入者終端ルータ24bのみが、当該フロー6₃の継続時間を監視する。

【0219】なお、フロー6₃の継続時間は、カットスルーコネクションの接続時間を計測することで測定される。

【0220】まず、ステップ1201において、加入者終端ルータ24bは、内部のIP処理部242にて、カットスルーコネクションの接続時間を計測することでフロー6₃の継続時間を監視する。

【0221】そして、その継続時間が所定のしきい値2を越えると（ステップ1202）と、図3に示すフロー制御メッセージ722として、対象フローID725aがフロー6₃、発信元ATMアドレス725bが、加入者終端ルータ24bのATMネットワーク4上でのATMアドレス（ここでは、Aa t 5とする）であるショートカット要求725を作成する。

【0222】次いで、この作成したショートカット要求725を、フロー6₃について考えた場合に、加入者終端ルータ24bの1つ前（上流側）にある基幹ルータ34bに送信する。

【0223】基幹ルータ34bは、受け取ったショートカット要求725を、1つ前にある基幹ルータ34aに転送し、基幹ルータ34aは、受け取ったショートカット要求725を、同じく1つ前にある加入者終端ルータ24aに転送する。

【0224】加入者終端ルータ24aのIP処理部242は、ショートカット要求725を受け取ると、ATMコネクションの設定手順を開始する（ステップ1203）。

【0225】まず、ショートカット要求725から発信元ATMアドレス725bである加入者終端ルータ24bのATMアドレスAa t 5を読みとる。

【0226】そして、自己、すなわち加入者終端ルータ24aのATMネットワーク4上でのATMアドレス（ここでは、Aa t 2とする）とAa t 5との間に、ATMコネクション42を設定することを、自己の信号処理部244に要求する。

【0227】これを受けて、加入者終端ルータ24aの

信号処理部244は、ATM UNIシグナリングプロトコルの設定要求手順を実行する（ステップ1204）。

【0228】これにより、ATMネットワーク4に対して、図4に示すシグナリングメッセージ911として、セットアップメッセージ912を送出する。

【0229】加入者終端ルータ24bの信号処理部244は、ATMネットワーク4を介して、セットアップメッセージ912を受け取ると、ATM UNIシグナリングプロトコルの設定応答手順を実行する（ステップ1205）。

【0230】これにより、ATMネットワーク4に対して、図4に示すシグナリングメッセージ911として、コネクトメッセージ912を送出する。その後、加入者宅内ルータ14bに、図3に示すフロー制御メッセージ722として、入力リンク割当要求724を送信する。

【0231】加入者宅内ルータ14bのIP処理部142は、入力リンク割当要求724を受け取ると、フロー6₃の入力リンクとして、当該要求の入力リンクID724aで示されたリンクV s₂5 4₂を割り当て、ATMセルの受信を開始する（ステップ1206）。

【0232】一方、加入者終端ルータ24aの信号処理部244は、コネクトメッセージ912を受け取ると、ATM UNIシグナリングプロトコルの設定確認手順を実行する（ステップ1207）。

【0233】そして、自己、すなわち加入者終端ルータ24aのIP処理部242に対してフロー6₃のルート切替えを要求する（ステップ1208）。

【0234】これを受けて、加入者終端ルータ24aのIP処理部142は、フロー6₃について考えた場合に、1つ前にあるルータ（previous router）に相当する加入者宅内ルータ14aに対して、図3に示すフロー制御メッセージ722である出力リンク切替え要求723を送信する。

【0235】これを受けて、加入者宅内ルータ14aのIP処理部142は、フロー6₃の送出リンクを、V c₁5 3₁から、出力リンク切替え要求723で示された出力リンクID723bであるV s₁5 4₁に切り替える（ステップ1209）。

【0236】これにより、フロー6₃の通信経路を、カットスルーコネクションからショートカットコネクションに切り替える。

【0237】図10は図9に示す手順による通信経路の変更状況を示した図である。

【0238】図10に示すように、図9に示すショートカットコネクションの設定手順が実行されることで、フロー6₃は、V c₁5 3₁ーV c₂5 3₂ーV c₃5 3₃ーV c₄5 3₄ーV c₅5 3₅でなるカットスルーコネクションから、V s₁5 4₁ーATMコネクション42ーV s₂5 4₂でなるショートカットコネクションに、通信経路が

切り替わる。

【0239】次に、ショートカットコネクションの設定を解除する際の動作手順について説明する。

【0240】カットスルーコネクションの場合と同様に、通信資源の節減という観点からいえば、一旦、ショートカットコネクションを割り当てたフローであっても、その通信量が少なくなった場合には、その設定を解除することが好ましい。

【0241】この設定解除は、加入者終端ルータ24aあるいは24bで、フローの継続時間を監視して、ショートカットコネクションの解除手順を実行するようにすればよい。ショートカットコネクションの解除は、図9に示すショートカットコネクションの設定手順と逆の手順を実行することで達成される。

【0242】なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で数々の変形が可能である。

【0243】たとえば、上記の実施形態では、ショートカットコネクションの設定として、図9に示すように、ATMネットワーク4上のATMコネクション42をシグナリング手順により設定したものについて説明した。

【0244】しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。加入者終端ルータ24a、24b間に予め設定してあるATMコネクションを用いるようにしてもよい。

【0245】また、上記の実施形態では、フローの通信継続時間を監視することで、当該フローの通信経路を切り替えるようにしたものについて説明しているが、通信継続時間の代わりに、当該フローの通信スループットを用いるようにしてもよい。

【0246】さらに、上記の実施形態では、パケット転送装置として、ルータを用いたものについて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明は、パケットを転送することができるものであればよく、たとえばゲートウェイなどのネットワーク機器であってもよい。

【0247】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、コネクションレス方式の通信システムにおいて、当該システムを構成する任意のパケット転送装置間にコネクションを設定することで生じるベストエフォートフローの転送開始時における遅延を少なくすることができ、また、通信資源の浪費を回避することができ、さらに、ネットワークの負荷が集中するのを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である通信システムが適用された、ATM上でのIPネットワークの概略構成図である。

【図2】図1に示す加入者終端ルータの概略構成図である。

【図3】図2に示すIP処理部で処理されるIPパケットのフォーマットを示した図である。

【図4】図2に示す信号処理部で処理されるシグナリングメッセージのフォーマットを示した図である。

【図5】図1に示すネットワーク上を転送されるフローの経路を示した図である。

【図6】図5に示すフロー(flow2)の転送がデフォルトコネクションからカットスルーコネクションへ切替わる際の、図1に示す通信システムの動作手順を説明するための図である。

【図7】図6に示す手順による、加入者宅内ルータおよび加入者終端ルータでの通信経路の変更状況を示した図である。

【図8】図6に示す手順による、加入者終端ルータおよび基幹ルータでの通信経路の変更状況を示した図である。

【図9】図5に示すフロー(flow3)の転送がカットスルーコネクションからショートカットコネクションへ切替わる際の、図1に示す通信システムの動作手順を説明するための図である。

【図10】図9に示す手順による通信経路の変更状況を示した図である。

【符号の説明】

1a、1b 加入者宅内IPネットワーク

2a、2b 加入者終端IPネットワーク

3 基幹IPネットワーク

4 ATMネットワーク

5₁～5₇ 回線

6₁～6₃ フロー

12a₁～12a₃、12b₁～12b₃ 通信端末

14a、14b 加入者宅内ルータ

24a、24b 加入者終端ルータ

34a、34b 基幹ルータ

41 ATM交換機

81 デフォルトコネクション

82 カットスルーコネクション

83 ショートカットコネクション

142、242、342 IP処理部

241 システムバス

242a プロセッサ

242b 命令メモリ

242c ワークメモリ

242d 受信パケットメモリ

242e 送信パケットメモリ

242f 内部バス

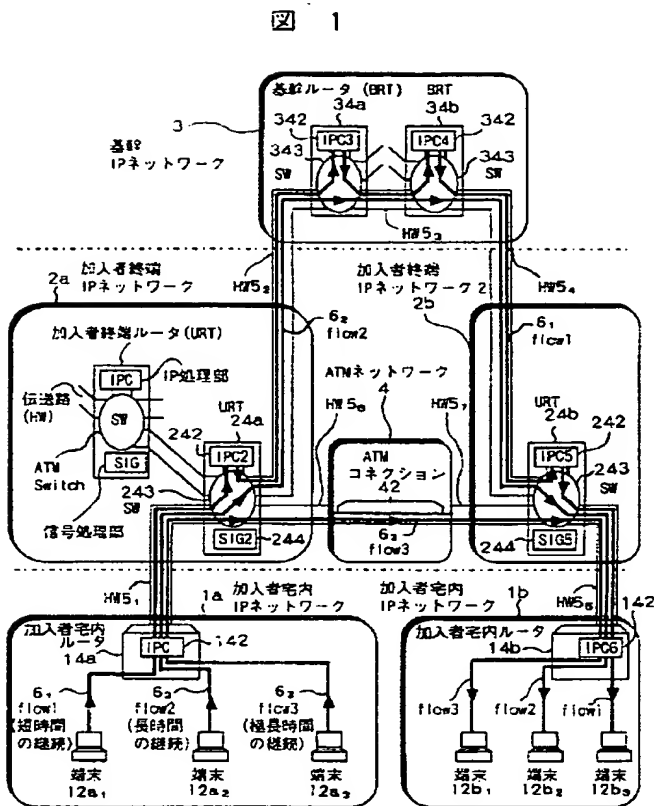
242g セル化部

242h パケット化部

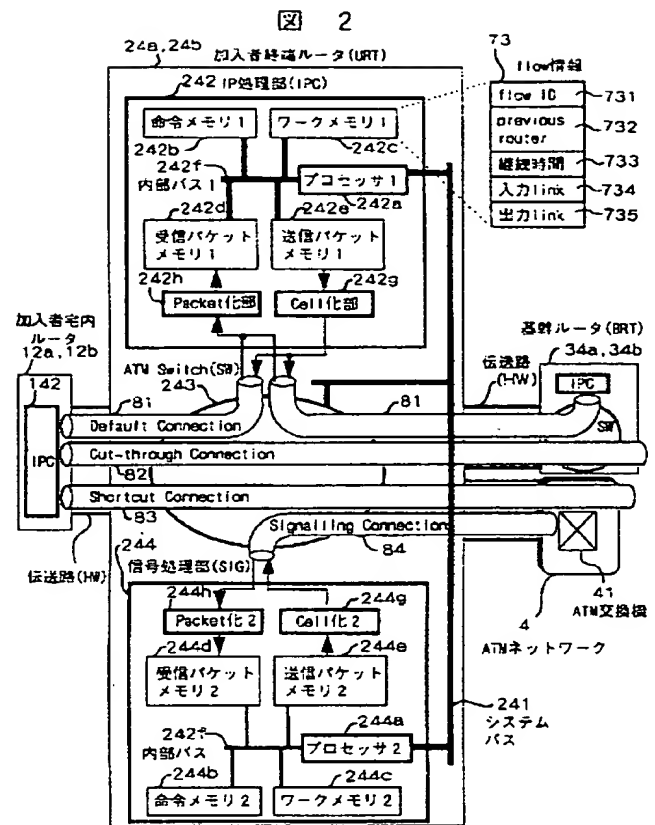
243、343 ATMスイッチ

244 信号処理部

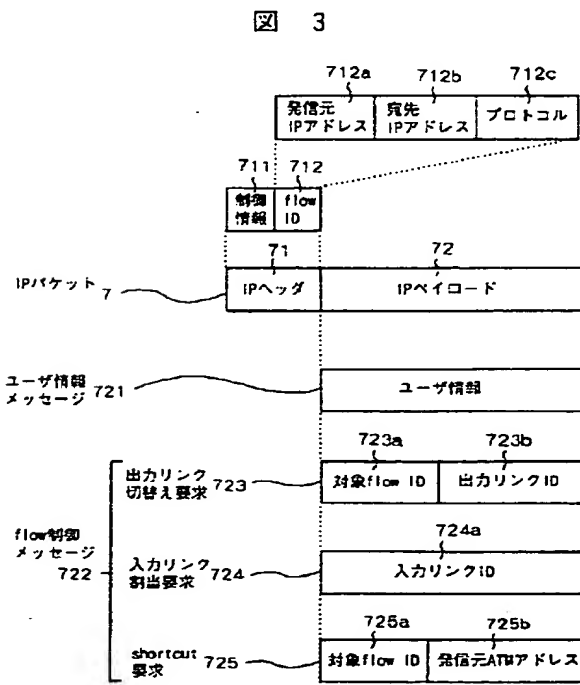
【図1】



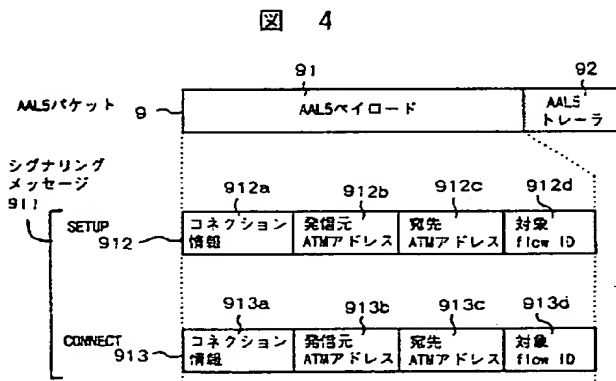
【図2】



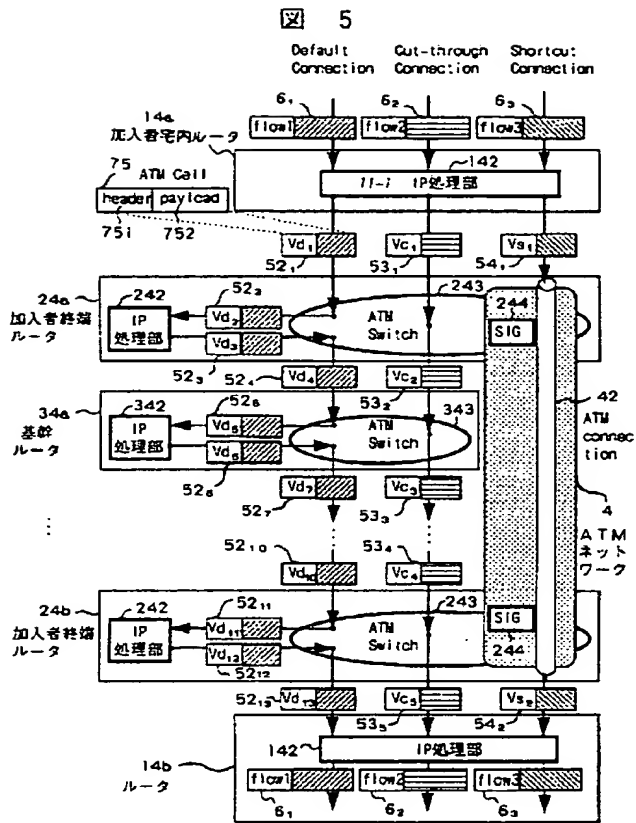
【図3】



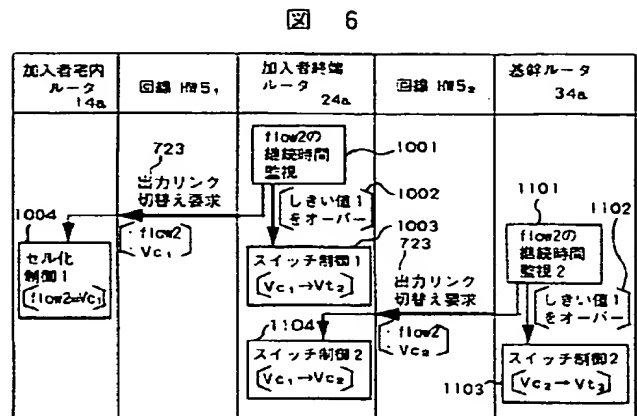
【図4】



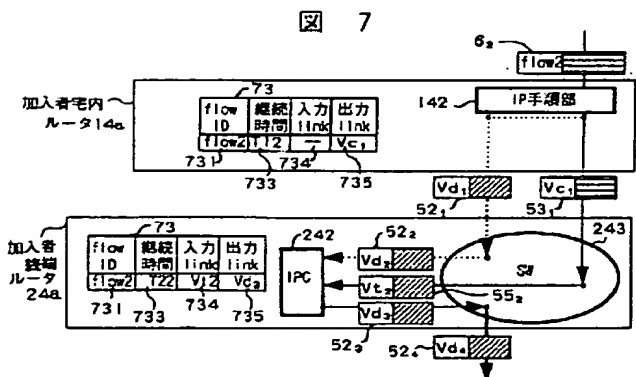
【図5】



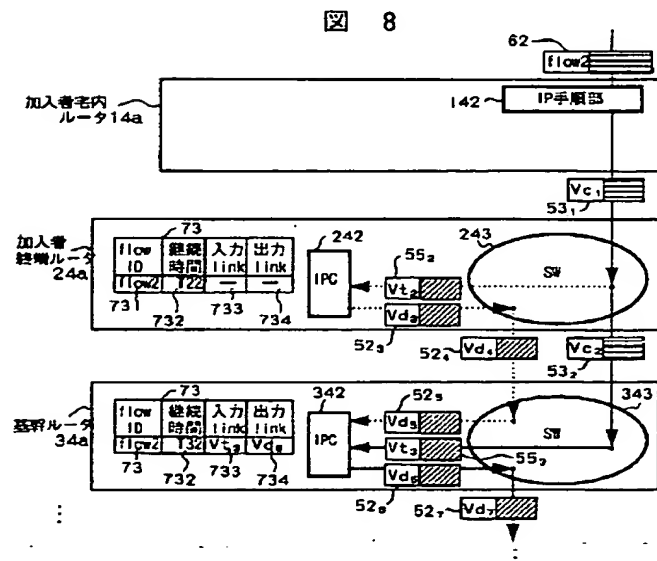
【図6】



【図7】

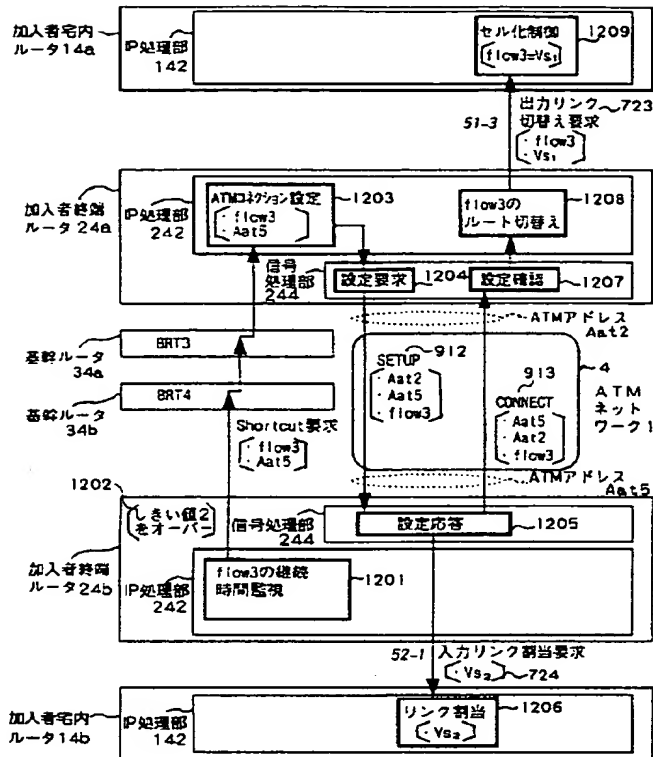


【図8】



【図9】

図9



【図10】

図10

